LABING D.O.O.
11000 Beograd, Bulevar Kneza Aleksandra Karađorđevića 68
e-mail: office@labing.rs Matični broj: 21062863

ATC 01-435
ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ ISO/IEC 17025

Izveštaj br.3147

IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU ELEKTROMAGNETNOG POLJA NA LOKACIJI "Verušić"

Beograd, septembar 2024.

LABING D.O.O.
11000 Beograd, Bulevar Kneza Aleksandra Karađorđevića 68
e-mail: *office@labing.rs* Matični broj: 21062863

ATC 01-435 ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ ISO/IEC 17025

Broj izveštaja:	3147
Datum izveštaja:	9.9.2024.

IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU ELEKTROMAGNETNOG POLJA

Opšti deo

Vrsta merenja/ispitivanja:	Ispitivanje intenziteta električnog polja u frekvencijskom opsegu od 27 MHz do 6 GHz i ispitivanje izloženosti ljudi
Naručilac merenja/ispitivanja:	*„Infrastruktura železnice Srbije“ a.d., Beograd*
Predmet ispitivanja/lokacija/objekat:	Radio bazne stanice GSM-R: “Verušić“ /adresa lokacije: k.p. 2106, KO Žednik, Subotica /antenski stub
GPS (WGS84) koordinate izvora zračenja/lokacije	geograf.širina: 45° 21' 35"N geograf. dužina: 19° 44' 31"E
Vlasnik izvora:	„Infrastruktura železnice Srbije“ a.d., Nemanjina 6, Beograd
Datum prijema zahteva:	25.5.2024.
Datum i vreme ispitivanja:	2.9.2024. od 13:10 do 13:40
Uslovi okoline:	Temperatura: 38.6ºC Vlažnost vazduha: 28.6%

1. Uvod

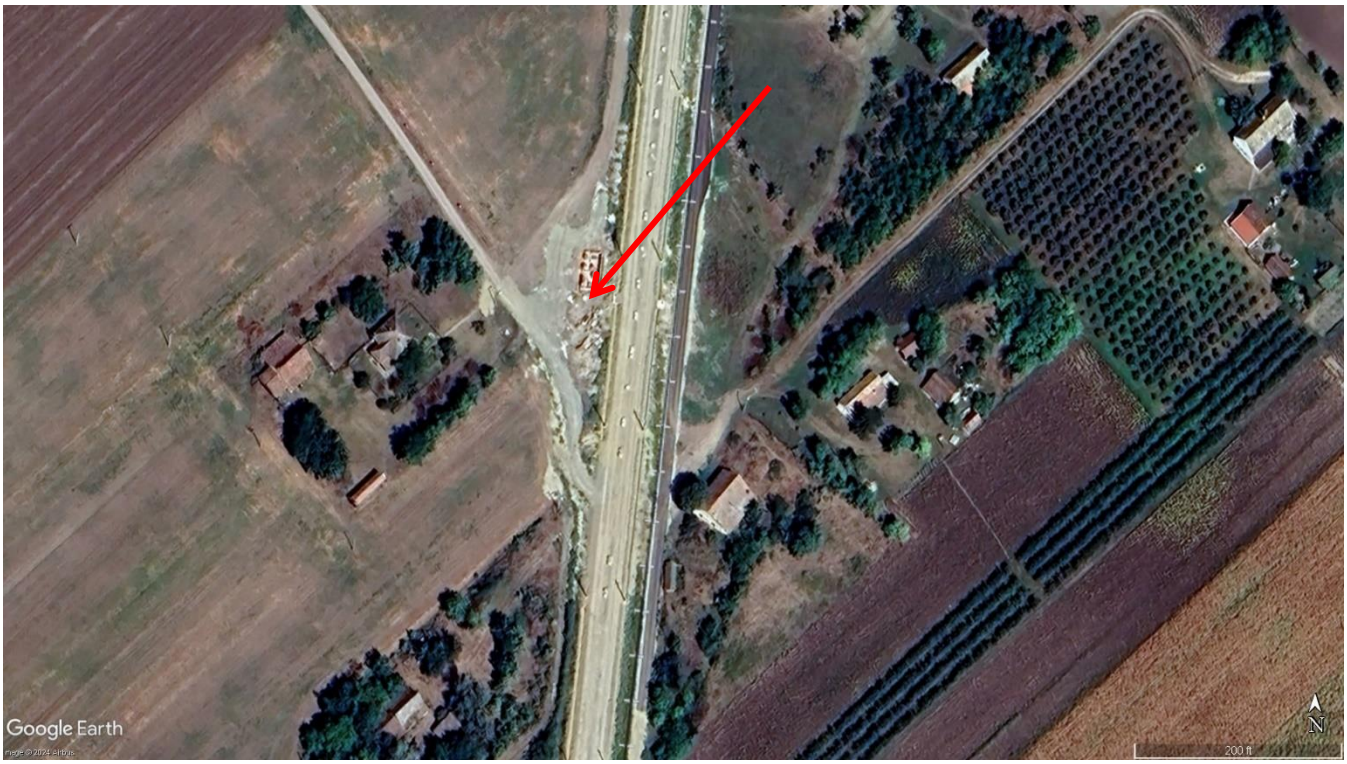
Merenje i ispitivanje je izvedeno prema sledećim dokumentima:

- SRPS EN 62232:2022
- SRPS EN 50413: 2020
- SRPS EN 50420: 2008
- SRPS EN 61566: 2009
- SRPS EN 50401:2017.

2. Opšti podaci

Adresa izvora elektromagnetnog polja/ lokacije na kojoj se vrši merenje:
k.p. 2106, KO Žednik, Subotica
Naziv izvora elektromagnetnog polja :
"Verušić"
Tip lokacije :
Antenski stub

2.1 Lokacija – detaljan opis



Slika 2.1. Prikaz makrolokacije *(satelitski/ kartografski)*

Slika 2.2. Fotografija mikrolokacije

Slika 2.3. Antenski sistem predmetne radio-bazne stanice.

Kratak opis lokacije/izvora elektromagnetnog polja:

Na predmetnoj lokaciji nalazi se dvosektorske bazna stanica za ostvarivanje GSM-R servisa. Za realizaciju ovog radio-sistema koristi se Huawei stanica DBS3900.

Kabineti sa opremom su postavljeni u objektu Železnice na predmetnoj lokaciji. Antenski sistem je montiran na čeličnim nosačima na antenskom stubu visine 36m.

Antenski sistem se sastoji od ukupno dve antene tipa A704521R0v06, po jedna na svakom sektoru.

Antene su usmerene prema azimutima 7º i 187º respektivno po sektorima. Električni tiltovi iznose 2º. Mehanički tilt iznosiće 0º.

Visine baza antena iznose 33.4m od tla na svim sektorima.

Prema podacima vlasnika izvora, konfiguracija primopredajnika predmetne bazne stanice je 2.

Na dan vršenja merenja, predmetna radio-bazna stanica je bila instalirana i aktivna.

Na lokaciji nisu uočeni drugi sistemi (radio i TV predajnici, bazne stanice drugih operatera u blizini i sl.).

Karakteristike predmetnog izvora EM polja:

Osnovni parametri bazne stanice GSM-R *(kod/ serijski broj)* : *("Verušić"* / nepoznat*)*

Lokacija	Oznaka sektora	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika [dBm]	[W]	Tip antene	Broj antena	Visina baze antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	*Širina glavnog snopa zračenja antene [°]* *Horizontalna*	*Vertikalna*	*Downtilt* mehanički [°]	električni [°]	Tip kabla	Duzina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Frekvencija kanala (MHz)
Verušić	S1	BTS3900	44.8	30	A704521R0v06	1	33.40	18.35	7	30	7.9	0	2	5/4"+1/2"	90+5	9.28	2	967/971
	S2	BTS3900	44.8	30	A704521R0v06	1	33.40	18.35	187	30	7.9	0	2	5/4"+1/2"	90+5	9.28	2	967/971

Napomena: Predmetna bazna stanica sastoji se od GSM-R sistema. Podaci: naziv i kod lokacije, tip bazne stanice, model kabineta, snage predajnika bazne stanice, tipovi antena, njihovi azimuti, visine i tiltovi, tipovi i dužina kabla, kao i slabljenje na kablovskoj trasi, broj predajnika, frekvencije kanala i SC kodovi i CPICH kanala dobijeni su od vlasnika predmetne GSM-R stanice. Dobici antena i širine glavnog snopa zračenja preuzeti su iz kataloga dostupnog na web sajtu: *http://www.huawei.com/* . Podaci o serijskim brojevima primopredajnika nisu bili dostupni do dana izdavanja Izveštaja.

3. Merna oprema

Korišćena merna oprema:

Uređaj:	Analizator spektra	izotropna sonda	izotropna sonda	Digitalni termohigrometar
Oznaka:	SRM3006	3501/03	3502/01	BC06
Proizvođač:	NARDA	NARDA	NARDA	TROTEC
Opseg merenja:	9kHz-6GHz	27MHz-3GHz 0,2mV/m-200V/m	420MHz-6GHz 0,14mV/m-160V/m	(-20° - 60°) (0 - 100)%
Serijski broj:	D-0043	K-0217	B-0102	141021632
Datum poslednje kalibracije:	10.03.2023.	10.03.2023.	17.10.2017.	19.08.2021.
Koristi se:	☒	☒	☐	☒

3.1 Podešavanja instrumenta za merenje (preliminarno/ frekvencijski selektivno merenje)

Podešavanje spektralnog analizatora NARDA SRM3006 za preliminarno merenje						
Ime	Frekvencijski opseg [MHz]	Trace Mode/ Detector	RBW	VBW	Measurement Range MR (V/m)	Threshold
FM Radio	87.5-108	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
DVB-T	174-230	MaxAvg	5MHz	Auto	2	Threshold_0
CDMA Telekom	421.875-424.375	MaxAvg	500kHz	Auto	2	Threshold_0
CDMA Orion	425.625-428.125	MaxAvg	500kHz	Auto	2	Threshold_0
DVB-T	470-790	MaxAvg	5MHz	Auto	2	Threshold_0
MTS 800	791-801	MaxAvg	2MHz	Auto	2	Threshold_0
Cetin 800	801-811	MaxAvg	2MHz	Auto	2	Threshold_0
A1 800	811-821	MaxAvg	2MHz	Auto	2	Threshold_0
A1 900	935.1-939.3	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
GSM-R	921-925	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
MTS 900	939.5-949.1	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
Cetin 900	949.3-958.9	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
Cetin 1800	1805.1-1825.1	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
Telekom 1800	1825.1-1845.1	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
A1 1800	1845.1-1875.1	MaxAvg	200 kHz	Auto	2	Threshold_0
MTS 2100	2125.0-2140.0	MaxAvg	3MHz	Auto	2	Threshold_0
A1 2100	2140.0-2155.0	MaxAvg	3MHz	Auto	2	Threshold_0
Cetin 2100	2155.1-2170.1	MaxAvg	3MHz	Auto	2	Threshold_0

4. Ispitivanje

4.1 Tok ispitivanja

Izbor tačaka ispitivanja izvršen je u zoni od interesa, na osnovu obilaska lokacije, u skladu sa rasporedom opreme predmetnog izvora ispitivanja, potencijalnih relevantnih izvora i potencijalnih uzroka perturbacije prema dokumentu LABING-M01 Metodologija ispitivanja elektromagnetnog polja radio telekomunikacione opreme i sistema.

Dispozicija tačaka preliminarnog merenja data je opisno u sledećoj tabeli Tabela 4.1, a grafički prikaz dispozicije tačaka dat je na slici 4.1.

Slika 4.1. Dispozicija tačaka ispitivanja

Tabela 4.1. Dispozicija tačka ispitivanja uz sliku 4.1.

Oznaka tačke:	Visina merne sonde u tački:	Opis dispozicije:
T1	1,7m	Tlo,2,1m od žičane ograde objekta železnice ispred i 4,2m od bližeg nosača žičane ograde levo ka pruzi.
T2	1,7m	Tlo, 12,1m od žičane ograde objekta železnice ispred i 2,5m od bližeg nosača žičane ograde levo ka pruzi.
T3	1,7m	Tlo, 22,1m od žičane ograde objekta železnice ispred i 2,5m od bližeg nosača žičane ograde levo ka pruzi.
T4	1,7m	Tlo, 6,1m od bližeg ćoška ograde lokacije železnica i 5,1m od bližeg nosača žičane ograde desno ka pruzi.
T5	1,7m	Tlo, 23m od bližeg ćoška ograde lokacije železnica i 2,2m od bližeg nosača žičane ograde desno ka pruzi.
T6	1,7m	Tlo,33,4m od bližeg ćoška ograde lokacije železnica i 2,1m od bližeg nosača žičane ograde desno ka pruzi.
NAPOMENA:		

5. Rezultati merenja

5.1 Rezultati ispitivanja po frekvencijskim opsezima - ***preliminarno merenje***

Preliminarno merenje po frekvencijskim opsezima izvršeno je prema dokumentu LABING-M01 Metodologija ispitivanja elektromagnetnog polja radio telekomunikacione opreme i sistema., prema izabranoj metodi.

Na osnovu rezultata ovog ispitivanja donosi se zaključak o tački u kojoj je potrebno izvršiti frekvencijski selektivno merenje kao i zaključak o relevantnim izvorima čiji uticaj je potrebno uzeti u obzir.

Rezultati ispitivanja preliminarnog merenja jačine ukupnog električnog polja i faktora izlaganja u tačkama ispitivanja prikazani su u tabeli 5.1.1.

Tabela 5.1.1.. Jačina ukupnog izmerenog električnog polja i faktora izlaganja po tačkama ispitivanja

Tačka ispitivanja:	E_{ukupno} [V/m]:	ΔE_i (V/m)	ER^{izm}:
T1	0.30	0.04	0.00044
T2	0.61	0.12	0.00146
T3	0.23	0.03	0.00028
T4	0.12	0.01	0.00008
T5	0.32	0.06	0.00040
T6	0.25	0.04	0.00038

gde je

- E_{ukupno} –ukupna jačina električnog polja u tački ispitivanja
- ΔE_{ukupno}–merna nesigurnost jačine električnog polja na i-tom frekvencijskom opsegu (u intervalu poverenja 95%)
- ERi_{zm} – ukupan faktor izlaganja u tački ispitivanja

Na ovom mestu dat je prikaz rezultata preliminarnog merenja po frekvencijskim opsezima u pojedinim tačkama ispitivanja u frekvencijskom opsegu rada merne opreme.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T1:

Oznaka tačke:	T1					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.18	1.5	0.04	11.9	0.00024
Telekom LTE800	791-801	0.01	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.02	0.1	0.00	15.6	0.00000
A1 LTE800	811-821	0.01	0.1	0.00	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.22	1.3	0.05	16.7	0.00018
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.02	0.1	0.00	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.01	0.0	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.03	0.2	0.01	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.02	0.1	0.00	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.1	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.02	0.1	0.00	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.02	0.1	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.30				
			Δ Eukupno:	0.04		
					ERizm:	0.00044

6.1.1: Slika merne opreme u tački ispitivanja T1.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T2:

Oznaka tačke:	T2					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.17	1.5	0.04	11.9	0.00021
Telekom LTE800	791-801	0.01	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.03	0.2	0.01	15.6	0.00000
A1 LTE800	811-821	0.01	0.1	0.00	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.58	3.5	0.13	16.7	0.00123
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.01	0.1	0.00	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.01	0.0	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.02	0.1	0.01	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.01	0.1	0.00	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.1	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.02	0.1	0.00	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.61				
			Δ Eukupno:	0.12		
					ERizm:	0.00146

6.1.2: Slika merne opreme u tački ispitivanja T2.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T3:

Oznaka tačke:	T3					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.16	1.3	0.03	11.9	0.00017
Telekom LTE800	791-801	0.02	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.02	0.2	0.01	15.6	0.00000
A1 LTE800	811-821	0.03	0.2	0.01	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.15	0.9	0.03	16.7	0.00008
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.02	0.1	0.00	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.02	0.1	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.02	0.1	0.00	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.03	0.1	0.01	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.1	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.02	0.1	0.00	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.01	0.1	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.03	0.1	0.01	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.23				
			Δ Eukupno:	0.03		
					ERizm:	0.00028

6.1.3: Slika merne opreme u tački ispitivanja T3.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T4:

Oznaka tačke:	T4					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.08	0.7	0.02	11.9	0.00005
Telekom LTE800	791-801	0.01	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.01	0.1	0.00	15.6	0.00000
A1 LTE800	811-821	0.01	0.1	0.00	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.06	0.3	0.01	16.7	0.00001
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.01	0.0	0.00	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.01	0.1	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.01	0.1	0.00	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.02	0.1	0.00	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.0	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.01	0.1	0.00	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.12				
			Δ Eukupno:	0.01		
					ERizm:	0.00008

6.1.4: Slika merne opreme u tački ispitivanja T4.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T5:

Oznaka tačke:	T5					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.10	0.8	0.02	11.9	0.00007
Telekom LTE800	791-801	0.01	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.02	0.1	0.00	15.6	0.00000
A1 LTE800	811-821	0.01	0.1	0.00	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.29	1.8	0.06	16.7	0.00031
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.01	0.0	0.00	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.01	0.1	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.01	0.1	0.00	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.03	0.1	0.01	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.0	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.01	0.1	0.00	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.04	0.2	0.01	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.32				
			Δ Eukupno:	0.06		
					ERizm:	0.00040

6.1.5: Slika merne opreme u tački ispitivanja T5.

Rezultati preliminarnog ispitivanja u tački ispitivanja T6:

Oznaka tačke:	T6					
Korišćena metoda:	Preliminarno merenje na otvorenom prostoru					
Sistem	Frekvencijski opseg (MHz)	Ei (V/m)	Ei/Eref [%]	Δ Ei (V/m)	Eref (V/m)	ERi
FM radio	87.5-108	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
DVB-T	174-230	0.03	0.3	0.01	11.2	0.00001
CDMA Telekom	421.875-424.375	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
CDMA Orion	425.625-428.125	0.00	0.0	0.00	11.3	0.00000
DVB-T	470-790	0.21	1.8	0.05	11.9	0.00031
Telekom LTE800	791-801	0.02	0.1	0.00	15.5	0.00000
Cetin LTE800	801-811	0.05	0.3	0.01	15.6	0.00001
A1 LTE800	811-821	0.03	0.2	0.01	15.7	0.00000
GSM-R	921-925	0.09	0.6	0.02	16.7	0.00003
A1 GSM900	935.1- 939.3	0.03	0.2	0.01	16.8	0.00000
Telekom GSM900	939.5- 949.1	0.01	0.1	0.00	16.9	0.00000
Cetin GSM900/UMTS	949.3- 958.9	0.02	0.1	0.00	17.0	0.00000
Cetin GSM/LTE	1805.1- 1825.1	0.01	0.1	0.00	23.4	0.00000
Telekom GSM/LTE	1825.1- 1844.9	0.01	0.0	0.00	23.5	0.00000
A1 LTE	1845.1- 1875.1	0.03	0.1	0.01	23.6	0.00000
Telekom UMTS	2125.1- 2140	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
A1 UMTS	2141.1- 2154.9	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
Cetin UMTS	2155.1- 2170.1	0.01	0.0	0.00	24.4	0.00000
	Eukupno:	0.25				
			Δ Eukupno:	0.04		
					ERizm:	0.00038

6.1.6: Slika merne opreme u tački ispitivanja T6.

Oznake u tabelama sa prikazanim rezultatima ispitivanja preliminarnog merenje po tačkama ispitivanja su:

- Ei – izmerena vrednost jačine električnog polja na i-tom frekvencijskom opsegu
- Eref – referentni granični nivo jačine električnog polja propisan Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Službeni glasnik RS 104/09).
- Ei/ Eref – izmerena vrednost jačine električnog polja na i-tom frekvencijskom opsegu izražena u procentima najnižeg referentnog graničnog nivoa jačine električnog polja na frekvencijskom opsegu
- ΔEi –merna nesigurnost jačine električnog polja na i-tom frekvencijskom opsegu (u intervalu poverenja 95%)
- ERi = (Ei/Eref)2 –faktor izlaganja na i-tom frekvencijskom opsegu
- $E_{ukupno} = \sqrt{\sum_i E_i^2}$ - ukupna jačina električnog polja u tački ispitivanja

$ER^{izm} = \sum_i ER_i$ - ukupan faktor izlaganja u tački ispitivanja

5.2 Utvrđivanje relevantnih izvora

Na osnovu rezultata preliminarnog merenja po frekvencijskim opsezima u kojima rade komercijalni radio sistemi, donosi se zaključak o relevantnim izvorima.

- Utvrđivanje relevantnih izvora izvršeno je prema pravilima definisanim u dokumentu LABING-M01 Metodologija ispitivanja elektromagnetnog polja radio telekomunikacione opreme i sistema.

Relevantniizvori: Relevantnih izvora na lokaciji nije bilo.

Karakteristike relevantnih izvora EM polja:

Osnovni parametri bazne stanice LTE800 *(kod/ serijski broj)* : *(- / -)*

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta bazne stanice	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika [dBm]	[W]	Tip antene	Broj antena	Visina sredine antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	*Širina glavnog snopa zračenja antene [°] Horizontalna*	*Vertikalna*	*Downtilt* mehanički [°]	električni [°]	Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Frekvencija kanala (MHz)

Osnovni parametri bazne stanice GSM900 *(kod/ serijski broj)* : *(- / -)*

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta bazne stanice	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika [dBm]	[W]	Tip antene	Broj antena	Visina sredine antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	*Širina glavnog snopa zračenja antene [°] Horizontalna*	*Vertikalna*	*Downtilt* mehanički [°]	električni [°]	Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Frekvencija kanala (MHz)

Osnovni parametri bazne stanice UMTS900 *(kod/ serijski broj)* : *(- / -)*

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta bazne stanice	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika [dBm]	[W]	Tip antene	Broj antena	Visina sredine antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	*Širina glavnog snopa zračenja antene [°] Horizontalna*	*Vertikalna*	*Downtilt* mehanički [°]	električni [°]	Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Frekvencija kanala (MHz)

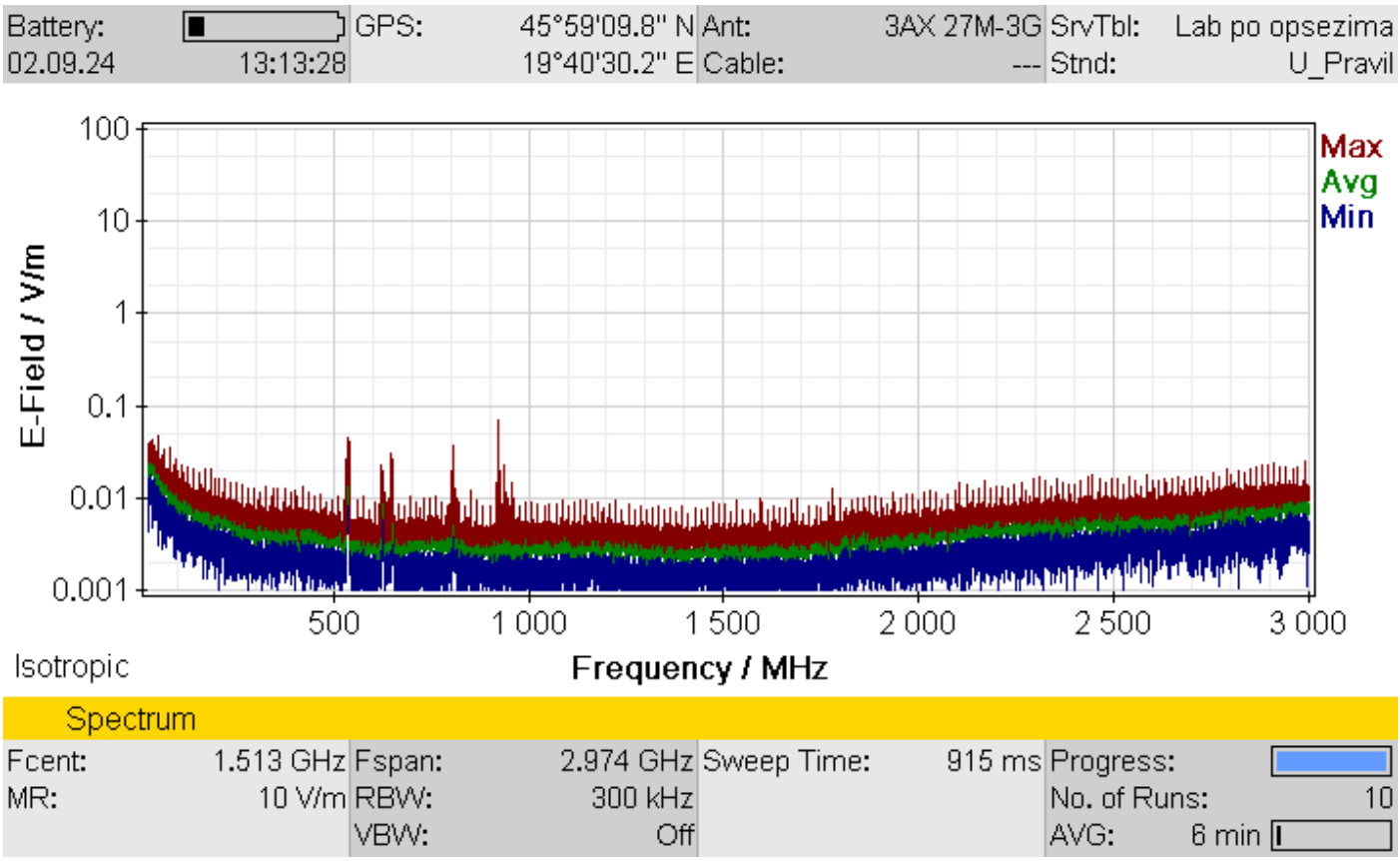
Osnovni parametri bazne stanice UMTS2100 *(kod/ serijski broj)* : *(- / -)*

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta bazne stanice	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika [dBm]	[W]	Tip antene	Broj antena	Visina sredine antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	*Širina glavnog snopa zračenja antene [°] Horizontalna*	*Vertikalna*	*Downtilt* mehanički [°]	električni [°]	Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Frekvencija kanala (MHz)

NAPOMENA:: Relevantnih izvora na lokaciji nije bilo.

5.3 Rezultati ispitivanja na frekvencijama od interesa – ***frekvencijski selektivno merenje***

Rezultat skeniranja spektra izmerenog EM polja prikazan je na slici 5.3.1.



Slika 5.3.1. Prikaz spektra signala dela radio frekvencijskog opsega od 27 MHz do 3000 MHz u tački T1.

Detaljna merenja se vrše na frekvencijima predmetnog i relevantnih izvora zračenja prema dokumentu LABING-M01 Metodologija ispitivanja elektromagnetnog polja radio telekomunikacione opreme i sistema, prema izabranoj metodi.

NAPOMENA: Pošto nijedan izvor elektromagnetnog polja na lokaciji ne prelazi 10% referentnih graničnih nivoa ni na jednom od frekventnih opsega od interesa, ne izvodi se frekvencijski selektivno merenje u svemu u skladu sa dokumentom LABING-M01 Metodologija ispitivanja elektromagnetnog polja radio telekomunikacione opreme i sistema.

Rezultati frekvencijski selektivnog merenja u tački ispitivanja:

Tačka ispitivanja:														
Tip emisije	Operater / korisnik	Frekvencija/ Opseg [MHz]/ SC/Cell_ID/RS	Eref [V/m]	Eizm [V/m]	+dE [V/m]	-dE [V/m]	n/ηcpich-1	Emax [V/m]	E_{max}^{Σ}[V/m]	+ΔE_{max}^{Σ}[V/m]	-ΔE_{max}^{Σ}[V/m]	ER^{Σ}	+ΔER^{Σ}	-ΔER^{Σ}
Ukupna maksimalna jačina električnog polja :														
Proširena merna nesigurnost ukupne maksimalne jačine električnog polja :														
Ukupan faktor izloženosti :														
Proširena merna nesigurnost ukupnog faktora izloženosti:														

Napomena: Detaljna objašnjenja naziva kolona data su poglavlju 7 ovog izveštaja.

6. Merna nesigurnost rezultata

Proširena merna nesigurnost rezultata data je u intervalu poverenja 95% sa faktorom obuhvata 1.96 a izračunata je po Proceduri LABING-P12 Procena merne nesigurnosti, za sledeće ulazne parametre:

Oprema:		Narda SRM3006+sonda 3501/03		
Rastojanje tela čoveka od merne sonde		2m		
Tačke ispitivanja		T1-T6		
Multipath propagacija:		Bez fedinga	Rajsov feding	Rejlijev feding
Frekvencijski opseg [MHz]	Sistem	Merna nesigurnost opreme	Merna nesigurnost oprem	Merna nesigurnost opreme
87.4 - 108.1	FM	22%	41%	55%
171.75 – 227.75	DVB-T	22%	41%	55%
421.875 - 428.125	CDMA	22%	41%	55%
467.25 - 790	DVB-T	22%	41%	55%
791 - 821	LTE800	22%	41%	55%
921-925	GSM-R	22%	41%	55%
935-958.9	GSM900	22%	41%	55%
1805-1855.1	GSM1800/ LTE1800	22%	41%	55%
2109.9 - 2139.9	UMTS/LTE	22%	41%	55%

7. Pojmovi, izrazi, skraćenice

- predmetni izvor zračenja – izvor zračenja koji se nalazi, ili će se nalaziti, na lokaciji ispitivanja i predstavlja primarni razlog ispitivanja, a zadat je od strane naručioca merenja.
- Relevantni izvori – izvori zračenja koji se nalaze u okolini predmetnog izvora zračenja, a čije elektromagnetno polje dostiže najmanje 10% referentniog graničnog nivoa za tu frekvenciju, prema Pravilniku o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja („Službeni glasnik RS“, 104/09), što predstavlja strožiji uslov od uslova da je ER>0.05 po standardu SRPS EN 62232:2022. Izvori zračenja koji se koriste za usmerene radio veze i satelitske komunikacije, nepokretne radio stanice efektivne izračene snage manje od 10W ili nepokretne amaterske radio stanice efektivne izračene snage manje od 100W nisu predmet ispitivanja i ne navode se posebno. Primer opreme koja spada u ovu grupu je i oprema za RLAN (bežični prenos podataka) u nelicenciranom opsegu.
- NJZ- nejonizujuća zračenja jesu elektromagnetska zračenja koja imaju energiju fotona manju od 12,4 eV. Ona obuhvataju: ultraljubičasto ili ultravioletno zračenje (talasne dužine 100-400 nm), vidljivo zračenje (talasne dužine 400-780 nm), infracrveno zračenje (talasne dužine 780nm -1 mm), radio-frekvencijsko zračenje (frekvencije 10 kHz - 300 GHz), eletromagnetska polja niskih frekvencija (frekvencije 0-10 kHz) i lasersko zračenje. Nejonizujuća zračenja obuhvataju i ultrazvuk ili zvuk čija je frekvencija veća od 20 kHz;
- izvor nejonizujućih zračenja jeste uređaj, instalacija ili objekat koji emituje ili može da emituje nejonizujuće zračenje;
- RF – radio frekvencijsko zračenje, u opsegu od 10kHz – 300 GHz.
- ekstrapolacija – proračun maksimalne očekivane vrednosti jačine električnog polja na osonovu izmerene jačine električnog polja (ekstrapolacija se vrši na način opisan standardom SRPS EN62232:2022).

- n – broj primopredajnika.
- E – jačina električnog polja.
- E_{ref} – referentni granični nivo jačine električnog polja propisan Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Službeni glasnik RS 104/09). Veličina je frekvencijski zavisna i u slučaju šireg frekvencijskog opsega uzima se najniža vrednost za posmatrani opseg (princip najstrožijijeg uslova).
- E_{izm} –izmerena jačina električnog polja na datoj frekvenciji
- ±ΔE – proširena merna nesigurnost izmerene jačine električnog polja na datoj frekvenciji na intervalu poverenja 95%
- k – faktor ekstrapolacije; broj kojim treba pomnožiti izmerenu vrednost da bi se dobila maksimalna očekivana vrednost jačine električnog polja. Faktor ekstrapolacije zavisi od načina merenja, broja primopredajnika i korišćene modulacije. U slučaju GSM/TETRA sistema $k = n^{1/2}$. Za UMTS/CDMA2000 sistem $k = \eta_{cpich}^{-1/2}$, gde je η_{cpich} ili dobijen od Operatera ili se uzima njegova tipična vrednost 10% (10dB) za UMTS sistem odnosno 7dB za CDMA2000. Za LTE sistem $k = n^{1/2}$, gde je n = 600 za širinu opsega 10MHz, n = 900 za širinu opsega 15MHz, tj. n = 1200 za širinu opsega 20MHz (prema standardu SRPS EN62232:2022). Za sisteme koji u vreme merenja rade u režimu maksimalne snage k = 1 (prema standardu SRPS EN62232:2022).
- SC – „scrambling code“ P-CPICH pilot signala UMTS sistema mobilne telefonije
- E_{max} –maksimalna očekivana jačina električnog polja u tački ispitivanja, na frekvenciji ispitivanja, dobijena ekstrapolacijom, pomoću formule $E_{max} = k^* E_{izm}$ (za sisteme koji u vreme merenja rade u režimu maksimalne snage, ova vrednost je jednaka izmerenoj vrednosti, tj. faktor k=1)
- $\pm\Delta E^{\Sigma}$ – proširena merna nesigurnost na intervalu poverenja 95% zbirne vrednosti jačine električnog polja u zadatom opsegu za sisteme koji u vreme merenja rade u režimu maksimalne snage
- E_{max}^{Σ} –ukupna maksimalna očekivana jačina električnog polja u zadatom frekvencijskom opsegu, dobijena sabiranjem po snazi maksimalnih vrednosti na ispitivanim kanalima u zadatom opsegu : $E_{max}^{\Sigma} = (\Sigma E_{max}^2)^{1/2}$.
- ER^{Σ} –ukupan faktor izlaganja na zadatom frekvencijskom opsegu dobija se sabiranjem faktora izlaganja na ispitivanim frekvencijskim kanalima u datom opsegu, po formuli : $ER^{\Sigma} = \Sigma(E_{max}/E_{ref})^2$
- Ukupna izmerena/maksimalna jačina električnog polja u tački u kojoj je vršeno merenje dobija se sabiranjem po snazi izmerene/maksimalne jačine električnog polja na pojedinačnim frekvencijskim opsezima.
- Ukupni faktor izlaganja u tački u kojoj je vršeno merenje dobija se sabiranjem faktora izlaganja na pojedinačnim frekvencijskim opsezima

8. Prilozi

Nema

Opšte napomene – Izjava o usaglašenosti:

Na osnovu referentnih graničnih nivoa i dozvoljene vrednosti faktora izlaganja koji su propisani Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik RS”, 104/09) proizilazi sledeće:

Najveća izmerena jačina električnog polja na lokaciji, koja potiče od predmetne GSM-R radio bazne stanice „Infrastrukture železnice Srbije“ koja radi na frekvencijskom opsegu 900MHz (921-925 MHz) iznosi 0.58V/m (odnosno sa proširenom mernom nesigurnošću u intervalu poverenja 95% u opsegu od 0.58±0.13V/m), ili 3,5% referentnog graničnog nivoa za frekvencijski opseg GSM-R u tački ispitivanja T2 (Tlo,12,1m od žičane ograde objekta železnice ispred i 2,5m od bližeg nosača žičane ograde levo ka pruzi.). U svim tačkama ispitivanja izmerena vrednosti električnog polja na frekvencijskom opsegu GSM-R operatera „Infrastrukture železnice Srbije“ manja je od 10% referentnog graničnog nivoa za sistem GSM-R.

Ukupna izmerena maksimalna jačina električnog polja u tačkama ispitivanja koja potiče od svih analiziranih sistema na lokaciji iznosi 0.61V/m (odnosno sa proširenom mernom nesigurnošću u intervalu poverenja 95% u opsegu od 0.61±0.12V/m), tačka ispitivanja T2 (Tlo, 12,1m od žičane ograde objekta železnice ispred i 2,5m od bližeg nosača žičane ograde levo ka pruzi.).

Najveći ukupan faktor izlaganja u tačkama ispitivanja koji potiče od svih analiziranih sistema na lokaciji iznosi 0.00146, tačka ispitivanja T2.

Ukupan faktor izlaganja koji potiče od svih komercijalnih sistema na lokaciji, u svim tačkama ispitivanja manji je od 1.

Ostale napomene:

Osoba za kontakt Ljubinko Timotijević (e-mail: ljubinko.timotijevic@labing.rs mob.tel. 066/8383884)

Merenje/ispitivanje izvršio:

Igor Miletić, inž.el.	lab. inženjer	_____
Ime i prezime	Funkcija	Potpis

Izveštaj odobrio:

v.d. Tehničkog rukovodioca laboratorije

M.P.

Dr Ljubinko Timotijević

Dostaviti:
1. Naručiocu merenja/ispitivanja
2.
3. Arhivi LABING D.O.O.

Izjava 1:

Rezultati merenja/ispitivanja elektromagnetskog zračenja odnose se isključivo na vrstu merenja/ispitivanja i lokaciju/objekat naznačene u prvom delu ovog Izveštaja.

Izjava 2:

Bez odobrenja **LABING d.o.o.** ovaj Izveštaj je dozvoljeno umnožavati isključivo u celini.

Izjava 3:

Rezultati merenja/ispitivanja važe samo u slučaju da nije izvršena naknadna rekonstrukcija ili adaptacija izvora zračenja.

Izjava 4:

Laboratorija ne snosi odgovornost za podatke dobijene od vlasnika izvora..

KRAJ IZVEŠTAJA